



DEUTSCHES
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: 195 47 472.4
②② Anmeldetag: 19. 12. 95
④③ Offenlegungstag: 26. 6. 97

DE 195 47 472 A 1

⑦① Anmelder:
Pfister Meßtechnik GmbH, 86165 Augsburg, DE

⑦④ Vertreter:
Kahler, Käck & Fiener, 87719 Mindelheim

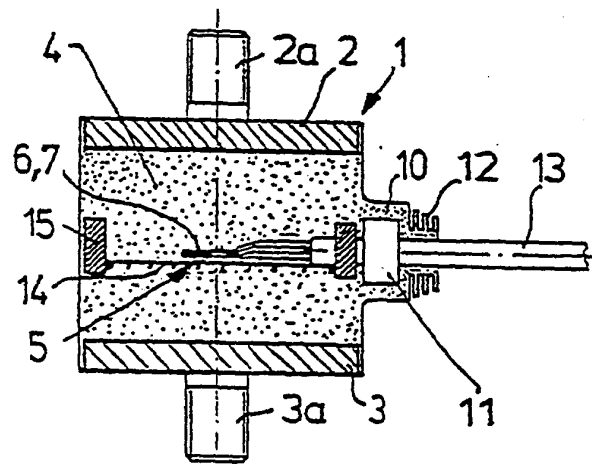
⑦② Erfinder:
Pauer, Andreas, 86179 Augsburg, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	33 44 901 C3
DE	38 17 905 A1
DE	33 33 285 A1
US	31 30 382

⑤④ Kraftmeßvorrichtung

⑤⑦ Zur kostengünstigen Herstellung bei hoher Überlastfestigkeit einer Kraftmeßvorrichtung mit einem zwischen Krafteinleitungsteilen angeordneten Drucksensor, der im wesentlichen quer zur Einleitungsrichtung der zu messenden Kraft in Druckübertragungskontakt in elastomeres Material eingebettet ist, wird vorgeschlagen, daß der Drucksensor (5) aus wenigstens einem auf eine Substratplatte (6) aufgetragenen, druckabhängigen Schichtwiderstand (7) gebildet ist, der in unmittelbarem Kontakt zu dem elastomeren Material (4) einvulkanisiert ist.



DE 195 47 472 A 1

Die Erfindung betrifft eine Kraftmeßvorrichtung mit einem zwischen Krafteinleitungsteilen angeordneten Drucksensor, der im wesentlichen quer zur Einleitungsrichtung der zu messenden Kraft in Druckübertragungskontakt in elastomeres Material eingebettet ist.

Eine derartige Kraftmeßvorrichtung ist aus der EP-A-0 205 509 und in darauf aufbauender Form aus der EP-A-0 496 956 bekannt. Hierbei wird über eine Lasteinleitungsplatte bzw. einen Lasteinleitungskolben in einem nahezu vollständig eingeschlossenen elastomeren Material ein gleichmäßiger hydrostatischer Druck erzeugt, der von dem Drucksensor gemessen wird. Der Anschluß des Drucksensors erfordert bei der erstgenannten Druckschrift einen gewissen Bearbeitungsaufwand am Gehäuseteil sowie eine genaue Herstellung der Anschlußfläche des elastomeren Materials (insbesondere Gummi), um exakte, reproduzierbare Meßsignale zu erhalten. In der zweitgenannten Druckschrift wurde unter Einsparung der Bearbeitung des Gehäuseteils vorgeschlagen, den Drucksensor im elastomeren Material schwimmend zu lagern. Dies hat zudem den Vorteil, daß der Drucksensor selbst gegen Umwelteinflüsse gut geschützt ist. Jedoch wird auch hier zur Lagerung des Sensorkörpers selbst noch ein mit einem Freiraum versehener Auflagering benötigt, dessen Auflagerfläche für eine Membrane mit hoher Genauigkeit gefertigt werden muß.

Die hierin vorgeschlagenen Drucksensoren weisen jeweils einen Verformungskörper in Art einer Meßmembrane auf. Die Membranverformung in den zur Ermöglichung der Durchbiegung nötigen Freiraum hinein wird dabei über Dehnmeßstreifen an der Rückseite der Membrane abgegriffen. Die dünne und daher bruchgefährdete Sensormembrane bildet somit das schwächste Bauteil der kompletten Kraftmeßvorrichtung, so daß für den Drucksensor insgesamt aufgrund der geforderten Empfindlichkeit seiner Membrane eine hochgenaue Fertigung zur Schaffung definierter Zug-/Druckzonen erforderlich ist. Hierdurch werden derartige Drucksensoren, insbesondere für höhere Druckbereiche (über hundert bar) relativ teuer. Zudem bestehen bei der Einbettung des schwimmenden Drucksensors direkt in das elastomere Material gewisse Probleme, da für die Vulkanisierung des elastomeren Materials (insbesondere Gummi) relativ hohe Prozeßdrücke von 600 bar und mehr sowie hohe Temperaturen verwendet werden. Somit muß der Druckbereich der Drucksensoren auf die erforderlichen Prozeßdrücke abgestellt werden, was jedoch andererseits für geringe Druckbereiche von z. B. 20 bar die Empfindlichkeit im Meßbereich entscheidend verringert. Zudem bedarf die Positionierung und Halterung der Drucksensoren bei der Einbettung in elastomeres Material besonderer Maßnahmen, um bei den hohen Vulkanisierungsdrücken eine Verlagerung, beispielsweise direkt an ein benachbartes Krafteinleitungsteil, oder eine Beschädigung der Verkabelung zu verhindern.

Aus der DE-A-41 42 142 ist weiterhin eine Kraftmeßvorrichtung in Form einer Kraftmeßscheibe bekannt, welche die Druckempfindlichkeit von Dickschichtwiderständen benutzt, um kraftproportionale elektrische Signale zu erhalten. Eine ähnliche Kraftmeßvorrichtung ist aus der DE-C-42 21 426 bekannt, wobei jedoch ebenfalls das Problem besteht, daß ein erheblicher Fertigungsaufwand betrieben werden muß, um eine Kraftbelastung gleichmäßig als Druckverteilung auf den Dick-

schichtwiderstand aufzubringen. So wird in der letztgenannten Patentschrift zur Herstellung eines Kraftsensors vorgeschlagen, daß zur Erreichung einer besonders planen Oberfläche eines derartigen Dickschichtwiderstandes mit hoher Oberflächenqualität zwei Schichten nacheinander aufgedruckt werden. Dies ist jedoch relativ aufwendig, ebenso wie der Vorschlag gemäß der DE-A-41 42 142, nämlich die Druckbeaufschlagung der Widerstände durch einen zusätzlichen Federkörper auf einen Maximaldruck zu begrenzen und zu vergleichmäßigen. Auch dieser Vorschlag mit zusätzlichen Bauteilen ist relativ aufwendig in der Herstellung und somit für eine Serienproduktion kaum geeignet.

Demzufolge liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Kraftmeßvorrichtung zu schaffen, die kostengünstig hergestellt werden kann und sich zugleich für hohe Drücke eignet.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die Kraftmeßvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruches 1.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, daß der Elastomerdruck des elastomeren Materials bei Krafteinleitung eine optimale, gleichmäßige Druckbeaufschlagung auf die Schichtwiderstände liefert, so daß diese selbst nicht mit der ansonsten geforderten besonders planen Oberfläche erzeugt werden brauchen. Hierdurch ergibt sich eine besonders einfache kostengünstige Herstellung, zumal die dabei verwendeten Schichtwiderstände als Drucksensoren aus gängigen, relativ kostengünstigen Materialien bestehen können. So eignen sich als Meßwiderstände für den Drucksensor Kohleschicht-Widerstände oder Cermet-Widerstände oder ähnliche Dickschicht-Widerstände.

Durch diese Ausbildung des Drucksensors wird somit eine gesonderte Meßmembran als Verformungskörper entbehrlich, da nur noch ein oder mehrere, bevorzugt zwei Dickschicht-Meßwiderstände auf einer Substratplatte im elastomeren Material direkt eingebettet werden. Dabei werden bevorzugt zwei Widerstände außerhalb des unmittelbaren Druckbereiches, z. B. an der ebenfalls mit eingebetteten Signalauswerteplatine platziert. Die Meßwiderstände werden somit in an sich bekannter Weise zu einer aktiven Halbbrücke verschaltet. Da derartige Drucksensoren im Gegensatz zu Meßmembranen keinen wesentlichen mechanischen Verformungen unterliegen, sondern druckabhängige Änderungen der elektrischen Eigenschaften zum Signalabgriff benutzen, sind diese Meßwiderstände in Verbindung mit der Einbettung und Einvulkanisierung der Substratplatte direkt in das druckverteilende elastomere Material äußerst überlastfest.

Aufgrund dieser hohen Überlastfestigkeit sind dabei Elastomerdrücke von ca. 1000 bar oder höher zu realisieren, was einer Zunahme der im Stand der Technik möglichen Drücke um etwa den Faktor 10 entspricht. Damit ist auch eine wesentliche Verkleinerung des Bau-raumes einer derartigen Kraftmeßvorrichtung möglich. So sinkt der erforderliche Durchmesser mit der Wurzel aus dem Faktor der Druckzunahme um den Faktor 2 bis 4 bei gleichen Nennmeßbereichen. Die Bauhöhe kann dabei ebenfalls sehr gering sein, da ein Abstütz- oder Auflagering für eine Membrane entfällt, so daß die Kraftmeßvorrichtung besonders flach ausgeführt werden kann. Von besonderem Vorteil ist hierb i, daß sich derartige Drucksensoren dazu eignen, beim Einvulkanisieren in Gummi die hohen Prozeßdrücke und Temperaturen schadlos zu überstehen. Durch diese Möglichkeit druckabhängige Widerstände direkt einzuvulkanisieren und somit in übliche Fertigungsabläufe von Gum-

mi-Metall-Lagerelementen zu integrieren, beispielsweise für Motorstützlager, lassen sich somit derartige Kraftmeßvorrichtungen äußerst kostengünstig herstellen. Zudem ergibt sich eine sehr einfache und billige Gehäusegestaltung durch den Wegfall kostenintensiver Zerspanung, zumal das elastomere Material einen Teil des Außengehäuses bildet und zudem Signalaufbereitungsplatinen und elektrische Bauteile ebenfalls mitummanteln kann.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Nachfolgend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnungen näher erläutert und beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Kraftmeßvorrichtung;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines in der Kraftmeßvorrichtung verwendeten Drucksensors;

Fig. 3 einen zugehörigen Schaltplan des Drucksensors nach Fig. 2;

Fig. 4 eine vergrößerte Teil-Perspektivansicht des Drucksensors;

Fig. 5 eine vergrößerte Querschnittsdarstellung durch den Drucksensor gemäß Fig. 2;

Fig. 6 eine Ansicht gemäß Fig. 5 in belastetem Zustand;

Fig. 7 eine abgewandelte Ausführungsform gemäß Fig. 1 mit erhöhter Meßgenauigkeit;

Fig. 8 einen Querschnitt durch eine Ausführung einer Kraftmeßvorrichtung als Radial-Gummi-Lager mit zugehöriger Seitenansicht; und

Fig. 9 eine modifizierte Ausführung der Radial-Gummi-Lagers gemäß Fig. 8.

In Fig. 1 ist eine Kraftmeßvorrichtung 1 in der Form eines sogenannten Gummilagers oder Gummi-Metall-Lagerelementes dargestellt, wie dieses beispielsweise als Abstützelement für Motoren oder Maschinenteile dient. Die Kraftmeßvorrichtung 1 umfaßt dabei Kraft-einleitungsteile 2 und 3, zwischen denen ein Block aus elastomeren Material 4 vorgesehen ist. An den Krafteinleitungsteilen 2 und 3 sind hierbei nach außen hin Gewindestücke 2a und 3a vorgesehen, mit denen beispielsweise ein auf der Kraftmeßvorrichtung 1 aufgestelltes Maschinenteil befestigt ist, während das Gewinde 3a an dem unteren Krafteinleitungsteil 3 zur Befestigung an einem Rahmen oder dem Boden dient. In dem elastomeren Material 4 ist zentral ein Drucksensor 5 eingebettet, der im wesentlichen quer zur Einleitungsrichtung der zu messenden Kraft ausgerichtet ist, hier nämlich im wesentlichen parallel zu den plattenförmigen Krafteinleitungsteilen 2 und 3. Der Drucksensor 5 steht in Druckübertragungskontakt mit dem elastomeren Material 4, so daß ein "messendes Gummilager" gebildet wird. Durch die vollständige Einvulkanisierung des Drucksensors 5 in dem elastomeren Material ist dieser gegen Umwelteinflüsse gut geschützt, so daß diese Kraftmeßvorrichtung 1 auch in rauen Bedingungen, beispielsweise in einem Fahrwerk eines Fahrzeuges oder in einer Bearbeitungsmaschine eingesetzt werden kann, um die zwischen den Krafteinleitungsteilen 2 und 3 wirkenden Kräfte zu erfassen.

Das vom Drucksensor 5 festgestellte Meßsignal wird dabei von einem Meßsignalwandler 11 verstärkt und/oder aufbereitet, der insbesondere als ebenfalls in das elastomere Material 4 seitlich am Umfang eingebetteter Mikroprozessor bzw. Halbleiterchip ausgebildet ist, so daß die aufbereiteten Meßsignale über das aus der Kraftmeßvorrichtung 1 herausgeführte Meßkabel 13

unmittelbar an eine Anzeige oder eine weiterverarbeitende Vorrichtung abgegeben werden können. Der Meßsignalwandler 11 ist hierbei durch eine Ummantelung 10 geschützt, die einstückig mit dem elastomeren Material 4 bei der Herstellung und Vulkanisierung ausgebildet ist. Weiterhin kann eine Knickschutzhülle 12 ebenfalls einstückig aus dem elastomeren Material 4 um das Meßkabel 13 herum ausgebildet sein, so daß sich in besonders einfacher Weise eine kostengünstige Herstellung dieses Anschlusses an die Kraftmeßvorrichtung 1 ergibt. Zudem besteht hierbei für das Meßkabel 13 durch die direkte Einbettung im elastomeren Material 4 eine hohe Ausreißsicherheit, insbesondere wenn das Meßkabel 13 durch einen Metallring 15 zu dem zentral angeordneten Drucksensor 5 hindurchgeführt ist. Dieser Metallring 15 dient zudem der Lagerung und Halterung des Drucksensors 5 während der Vulkanisierung mittels eines Montagegitters 14. Hierdurch wird eine exakte Platzierung des Drucksensors 5 auf der Mittelachse der Kraftmeßvorrichtung 1 und in rechtwinkliger Ausrichtung dazu erreicht. Zudem schränkt der Metallring 15 die Tendenz zur radialen Ausbauchung des elastomeren Materials 4 bei hoher Kraftbeaufschlagung ein.

In Fig. 2 ist der Aufbau des Drucksensors 5 vergrößert in perspektivischer Ansicht dargestellt. Der Drucksensor 5 umfaßt dabei wenigstens eine Substratplatte 6, vorzugsweise aus Aluminiumoxid oder Zirkonoxid-Keramik. Auf diese Substratplatte 6, die über einer ähnlich ausgebildeten, zweiten Substratplatte 6 angeordnet ist, wird bevorzugt mit Dickschicht-Technologie wenigstens ein Schichtwiderstand 7 ausgebildet. Bei dem bevorzugten Aufbau des Drucksensors 5 aus zwei übereinander angeordneten Substratplatten 6 wird dabei eine dazwischenliegenden Trennschicht 8 mittels Sealingglas gebildet, so daß hierdurch eine miteinander verbundene, integrale Struktur des Drucksensors 5 entsteht. Neben den Schichtwiderständen 7 (in der Schaltungsausführung als aktive Halbbrücken- oder als Vollbrückenschaltung mit den Meßwiderständen R1, R2, R3 und R4 und den zugeordneten Anschlußdrähten 9) sind die von den Schichtwiderständen 7 wegführenden Leiterbahnen 9 ebenfalls in Dickschicht-Technologie aufgebracht, insbesondere aufgedruckt und eingebrannt. Somit ergibt sich ein Schaltplan gemäß Fig. 3 als (Wheatstone-Brückenschaltung). Diese Ausführung als Vollbrückenschaltung ist dabei bevorzugt, da hierdurch Temperaturabweichungen aufgrund der sehr engen Anordnung der beiden Substratplatten 6 und damit der vier Schichtwiderstände 7 auf dem flachen Drucksensor 5 minimal sind.

In Fig. 4 ist ein bevorzugter Aufbau des Drucksensors 5 dargestellt, wobei die in Fig. 2 punktiert dargestellte Trennschicht 8 rahmenförmig gestaltet ist. Die rahmenförmige Trennschicht 8 weist dabei am Umfang eine kanalartige Unterbrechung 18 auf, um die beim Zusammenschmelzen der beiden Substratplatten 6 im Hohlraum eingeschlossene Luft entweichen zu lassen. Diese als Entlüftungsöffnung dienende Unterbrechung 18 kann gegebenenfalls durch temperaturfeste Kleber verschlossen werden, um den zentralen Hohlraum zu versiegeln. Die Unterbrechung 18 kann dabei auch durch eine geeignete Gestaltung der Führung der Leiterbahnen 9 verschlossen werden. Bei dieser Bauweise ist zudem vorteilhaft, daß die Anschlußpads der Leiterbahnen 9 gut zugänglich sind, so daß teure Durchkontaktierungen vermieden werden. Die Trennschicht 8 stellt somit einen definierten, sehr geringen Abstand zwischen den beiden Substratplatten 6 her, wie dies in der Quer-

schnittendarstellung gemäß Fig. 5 gezeigt ist. Dieser geringe Abstand von beispielsweise 1/10 mm zwischen den beiden Substratplatten 6 ist dabei zu bemessen, daß sich bei höheren Drücken, die etwa 100% über dem Nennmeßbereich liegen, die Substratplatten 6 gegenseitig abstützen, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist. In dieser durchgebogenen Stellung der beiden Substratplatten 6 liegen diese mittig aneinander an, so daß die Biegespannung der Substratplatten 6 begrenzt wird, jedoch bei zunehmender Belastung der Druckspannungsanteil auf die darauf aufgetragenen Schichtwiderstände 7 steigt und gemessen werden kann, ohne daß die Substratplatten 6 zerstört werden.

Wenn auf dem Drucksensor 5 kein Druck ausgeübt wird, befinden sich die Substratplatten 6 in ihrer Ausgangslage gemäß Fig. 5 planparallel und mit einem definierten Abstand zueinander. Bei zunehmenden Druck stellt sich eine kraftproportionale Durchbiegung der Substratplatten 6 ein, bis die Durchbiegung so groß ist, daß sich diese in der Mitte berühren (vgl. Fig. 6) und sich somit gegenseitig stützen. Eine weitere Druckzunahme aufgrund steigender Kräfte auf die Kraftmeßvorrichtung 1 hat nur noch eine vergleichsweise geringe Durchbiegung zur Folge. Aufgrund der Berührung ergibt sich eine abknickende Kennlinie, jedoch ist von besonderem Vorteil, daß somit auch bei sehr hohen Druckbereichen die Kraftmeßvorrichtung 1 noch im Überlastbetrieb messen kann. Die Meßsignale werden hierbei durch die Druckempfindlichkeit der außenliegenden Dickschichtwiderstände 7 gewonnen, wobei durch die verhältnismäßig hohe Widerstandsänderung infolge der Stauchung der Widerstände der Signalhub und damit die Meßempfindlichkeit sehr hoch ist. Es sei darauf hingewiesen, daß durch die festhaftende Verbindung des Drucksensors 5 aufgrund der Einvulkanisierung mit dem elastomeren Material 4 auch negative Normalspannungen (Zugkräfte an den Krafteinleitungsteilen 2, 3) erfaßt werden können.

Es ist dabei möglich, daß bei einer relativ dicken Ausführung des Substratmaterials 6 und einer engen Auslegung der Rahmens 8 um die Schichtwiderstände 7 herum, die außenliegenden Schichtwiderstände auf die unmittelbare Druckeinwirkung des elastomeren Material 4 reagieren. Es kann somit eine Wheatstone-Brücke aufgebaut werden, bei der, wie in Fig. 3 gezeigt, die Widerstände R1 und R3 zur Brückenvertrimmung und damit zur Meßsignalbildung beitragen.

Wie in den Fig. 5 und 6 schematisch dargestellt, können die beiden Substratplatten 6 auch relativ dünn ausgeführt werden, beispielsweise mit einer Schichtstärke von ca. 0,6 mm. Bei der rahmenförmigen Gestaltung der Trennschicht 8, wie diese in Fig. 4 dargestellt ist, können sich die Substratplatten 6 unter Druckbelastung aufeinander zubewegen, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist. Da hierbei der untere Schichtwiderstand 7 auf der unteren Substratplatte 6 im Innenraum des Sensors 5 angeordnet ist, wird dieser einer Zugbelastung ausgesetzt, was eine Widerstandserhöhung innerhalb der Meßbrückenschaltung zu Folge hat. Auf der oberen Substratplatte 6 wird dahingegen durch die direkte Druckeinwirkung ausgehend vom dem elastomeren Material 4 und durch die Druckverformung des hier oberliegenden Schichtwiderstandes 7 eine Widerstandsverringering innerhalb der Meßbrücken-Schaltung erreicht. In Abwandlung zum Schaltbild in Fig. 3 ergibt sich somit an den Widerständen R2 und R4 eine Widerstandserhöhung, während die Widerstände R1 und R3 einer zusätzlichen Widerstandsverringering durch die Druckverformung ausge-

setzt sind. Hierdurch wird der Signalhub der Sensors besonders hoch. Bei dieser Ausführung stützen sich die Substratplatten 6 mit den Schichtwiderständen 7 ab einem bestimmten Druck gegenseitig ab und begrenzen dadurch die Biegespannung in den Substratplatten 6, wie in Fig. 6 gezeigt. Es versteht sich dabei von selbst, daß die Rahmenhöhe der Trennschicht 8 etwa um das Maß der doppelten maximalen Durchbiegung der Substratplatten 6 größer ist als der Schichtaufbau des innenliegenden Schichtwiderstandes 7 und der jeweiligen Leiterbahnen 9 im Bereich der maximalen Substratplattendurchbiegung. Dies ist beispielsweise durch mehrmaliges Drücken und Trocknen der rahmenförmigen Glaspaste für die Trennschicht 8 zu erreichen.

In Fig. 7 ist eine abgewandelte Ausführungsform der Kraftmeßvorrichtung 1 dargestellt, die im wesentlichen den gleichen Aufbau wie die Ausführungsform gemäß Fig. 1 aufweist. Demgemäß sind die übereinstimmenden Bauteile mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Als wesentliche Änderung ist jedoch benachbart zu dem Drucksensor 5 über einem zentralen Meßraum 19 innerhalb des Metallringes 15 jeweils an der Ober- und Unterseite eine Metallscheibe 20 in dem elastomeren Material 4 eingebettet. Durch diesen Aufbau läßt sich eine bessere Meßgenauigkeit im Sinne eines linearen und reproduzierbaren Sensorsignals auf einfache Weise erreichen. Durch die beiden Metallscheiben 20 in Nähe des Drucksensors 5 wird zur Abgrenzung des zentralen Meßraums 19 ein weitgehend abgeschlossener, mit elastomeren Material gefüllter Raum geschaffen, in dem sich das elastomere Material 4 bei Druckbeaufschlagung kaum verformen kann, da eine Fließbewegung nahezu vollständig ausgeschlossen ist. Somit werden die Gummivolumina jeweils zwischen den Lasteinleitungsteilen 2 und 3 und dem unmittelbaren Meßbereich bzw. Meßraum 19 innerhalb des Ringes 15 zur Kraftsensierung und somit zur Erzielung der federnden und dämpfenden Eigenschaften herangezogen. Zu diesem Zweck kann der Ring 15 auch direkt auf eine der Lasteinleitungsplatten 2 oder 3 aufgesetzt werden, so daß zur Abdeckung des zentralen Meßraumes 19 benachbart zu dem in elastomeres Material 4 eingebetteten Drucksensor 5 dieser nur mit einer einzigen Metallscheibe 20 abgedeckt werden braucht.

In Fig. 8 ist eine Ausführung der Kraftmeßvorrichtung 1 in Form eines radialen Gummi-Metall-Lagers gezeigt, wobei die Krafteinleitungsteile 2 und 3 durch zwei Hülsen gebildet sind, die über einvulkanisiertes elastomeres Material 4 verbunden sind. In diesem elastomeren Material 4 sind hier vier Drucksensoren 5 eingebettet und zwar in kreuzförmiger Anordnung, so daß die einzelnen Kraftkomponenten direkt erfaßbar sind.

In Fig. 9 ist eine abgewandelte Ausführungsform des vorstehend beschriebenen radialen Gummi-Metall-Lagerelementes gezeigt, bei dem der jeweilige Meßraum 19 unmittelbar in Nähe des Drucksensors 5 durch ausgeformte Taschen 21 abgeschottet ist. Diese eingearbeiteten Taschen 21 entweder am Innen- oder am Außenteil sind hierbei wiederum mit einer Metallscheibe 20 so abgedeckt, daß der zentrale Meßraum 19 um den Drucksensor 5 herum vollständig mit elastomeren Material 4 gefüllt ist, jedoch bei Belastung ein Ausfließen des elastomeren Material 4 aus der eingearbeiteten Tasche 21 nahezu vollständig verhindert wird. Hierdurch läßt sich die Meßgenauigkeit beträchtlich erhöhen. Wie aus der zugeordneten Seitenansicht in Fig. 9 ersichtlich ist, sind auch hier vier Drucksensoren 5 um jeweils 90° versetzt angeordnet, so daß sich die Kraftkomponenten

7
bzw. Kraftvektoren in ihrer Krafrichtung exakt bestimmen lassen. Die in Fig. 8 und 9 gezeigten Kraftmeßvorrichtungen können somit als messende Lagerbuchse eingesetzt werden, beispielsweise für Lagerzapfen in Maschinenteilen. Neben den beschriebenen Platten-Gummilagern und Radial-Gummilagern kann die beschriebene Kraftmeßvorrichtung auch in Form von sphärischen Gummilager- oder gebundenen Scheiben-Gummifedern, wie diese im Eisenbahnbau bekannt sind, angewendet werden.

Patentansprüche

1. Kraftmeßvorrichtung mit einem zwischen Kraft-einleitungsteilen angeordneten Drucksensor, der im wesentlichen quer zur Einleitungsrichtung der zu messenden Kraft in Druckübertragungskontakt in elastomeres Material eingebettet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor (5) aus wenigstens einem auf eine Substratplatte (6) aufgebracht, druckabhängigen Schichtwiderstand (7) gebildet ist, der in unmittelbarem Kontakt zu dem elastomeren Material (4) evulkanisiert ist.
2. Kraftmeßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor (5) aus zwei mit einem geringen Abstand übereinander angeordneten Substratplatten (6) mit einer dazwischenliegenden Trennschicht (8) gebildet ist.
3. Kraftmeßvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennschicht (8) rahmenförmig ausgebildet ist.
4. Kraftmeßvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Substratplatten (6) gleiche Dicke und gleiche Außenabmessungen aufweisen.
5. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Substratplatten (6) zur Begrenzung der Biegespannung so bemessen ist, daß bei Überschreiten des Nennmeßbereiches die Substratplatten (6) miteinander aneinander anliegen.
6. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Substratplatten (6) aus Keramik, insbesondere Aluminiumoxid- oder Zirkonoxid-Keramik bestehen.
7. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Schichtwiderstände (7) vorgesehen sind, die als aktive Halbbrücke geschaltet sind.
8. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß vier Schichtwiderstände (7) vorgesehen sind, die in Vollbrückenschaltung angeordnet sind.
9. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schichtwiderstand (7) in Dickschichttechnik auf der jeweiligen Substratplatte (6) zusammen mit den zugehörigen Leiterbahnen (9) aufgebracht ist.
10. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das elastomere Material (4) eine Ummantelung (10) für einen Meßsignalwandler (11) ausbildet.
11. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das elastomere Material (4) eine Knickschützrülle (12) für ein vom Drucksensor (5) aus dem elastomeren Material (4) herausführendes Meßkabel (13) bildet.
12. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche

che 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor (5) auf einem Montagegitter (14) abgestützt ist.

13. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor (5) mit radialem Abstand von einem Ring (15) umgeben ist.

14. Kraftmeßvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring (15) im äußeren Bereich des elastomeren Materials (4) angeordnet ist.

15. Kraftmeßvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das vom Drucksensor (5) wegführende Meßkabel (13) durch den Ring (15) hindurchgeführt ist.

16. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor (5) von einer im elastomeren Material schwimmend eingebetteten Scheibe (20) abgedeckt ist.

17. Kraftmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor (5) in einer taschenartigen Vertiefung (21) in einem der Krafteinleitungsteile (2, 3) angeordnet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

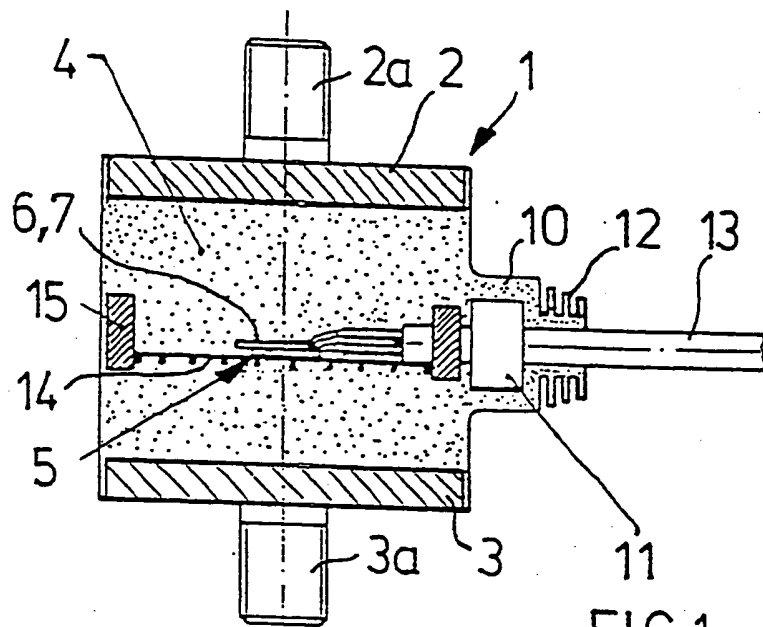


FIG. 1

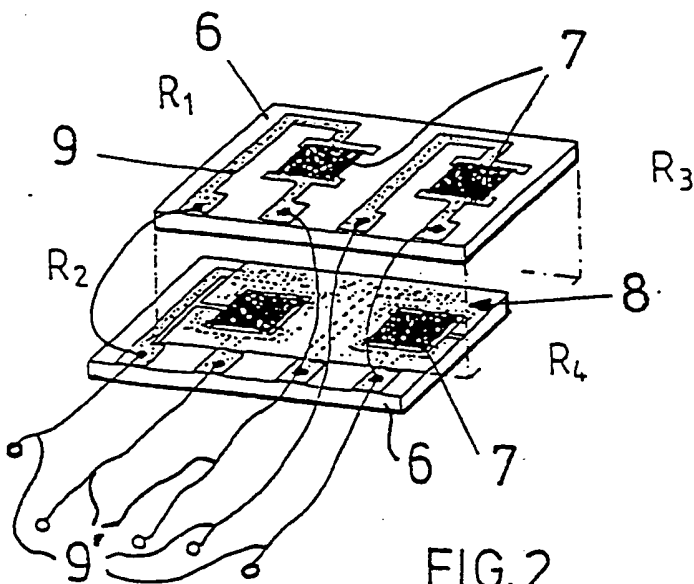


FIG. 2

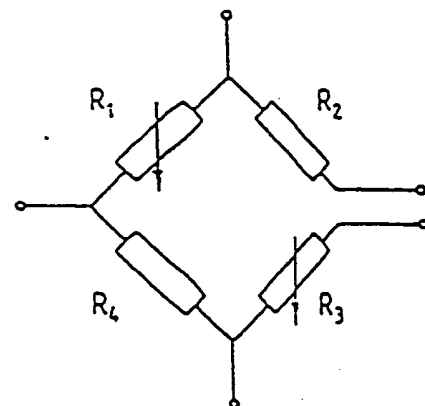


FIG. 3

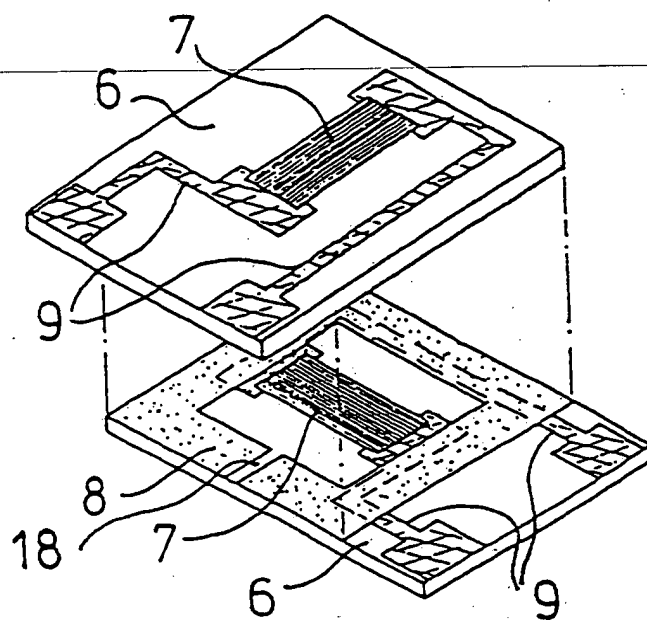


FIG. 4

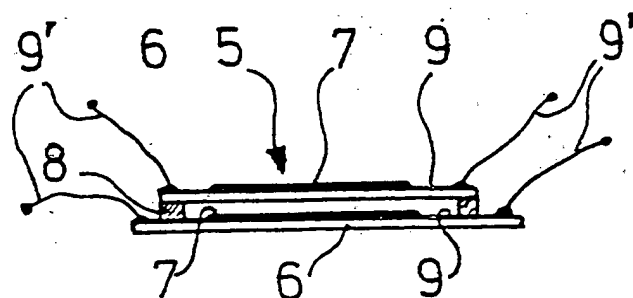


FIG. 5

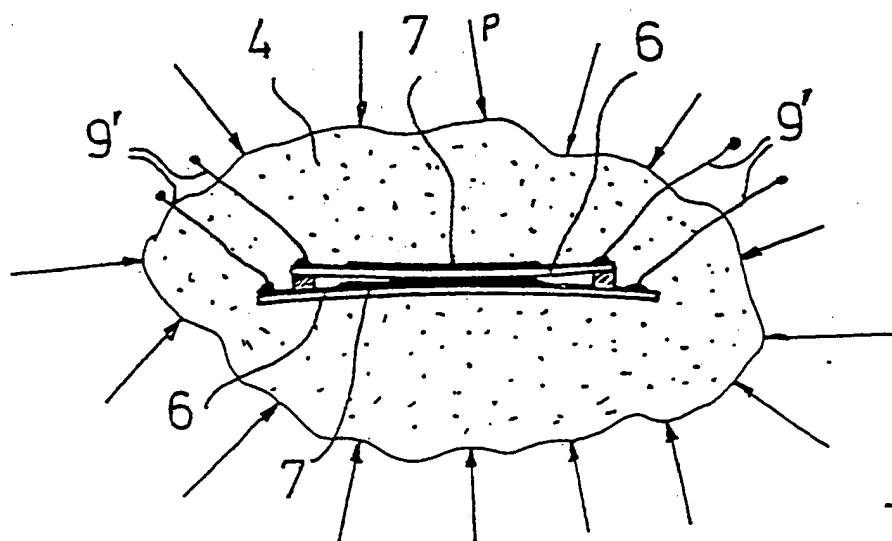


FIG. 6

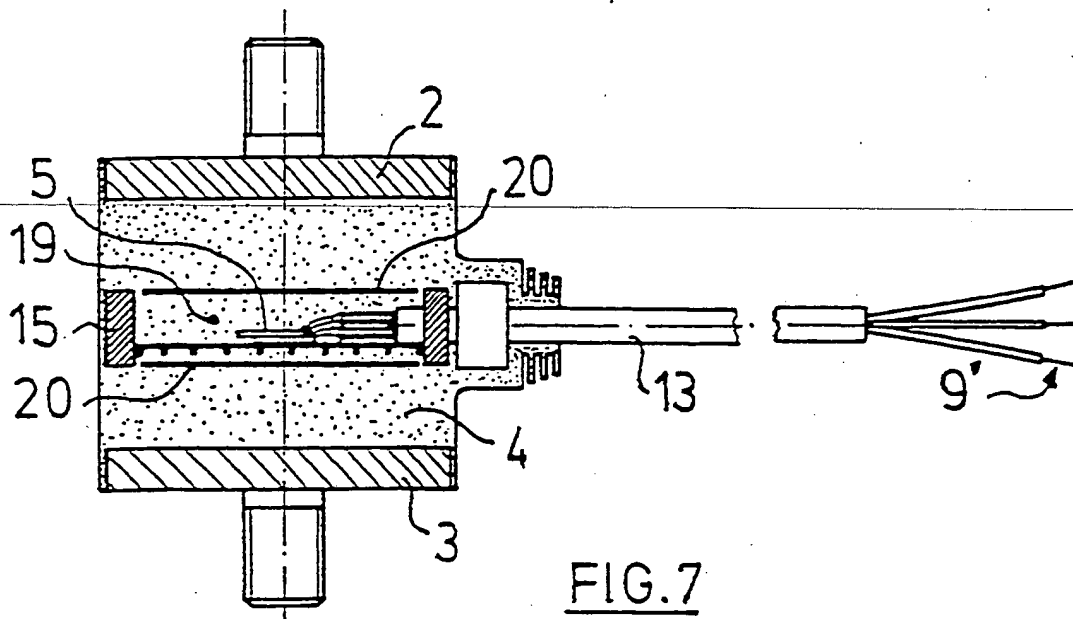


FIG. 7

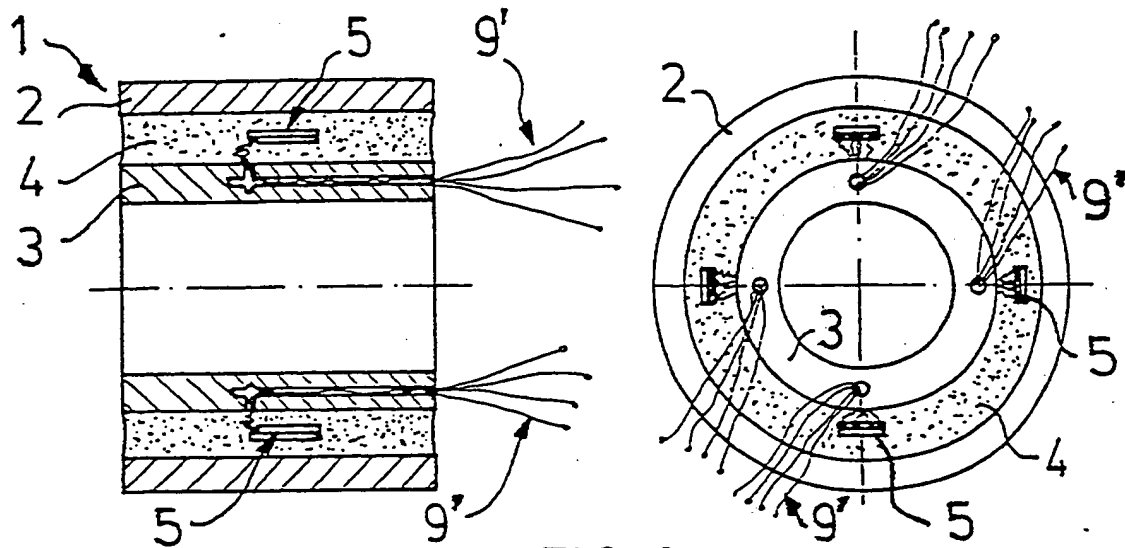


FIG. 8

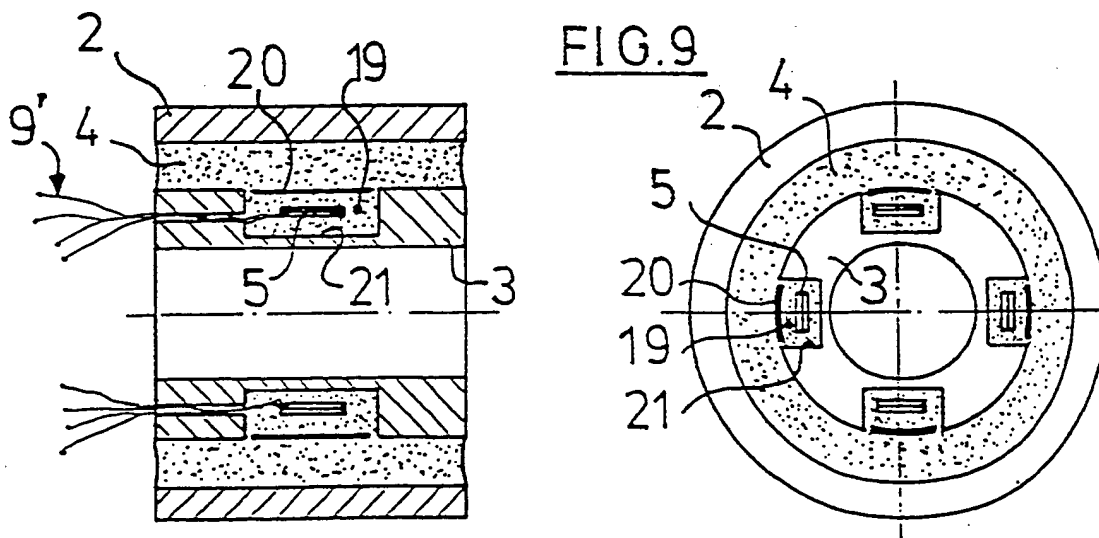


FIG. 9